

REC'D	04 APR 2000
WIPO	PCT

DK00/00132

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



09/937260

# Kongeriget Danmark

Patentansøgning nr.: PA 1999 00392

## CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Indleveringsdag: 22 Marts 1999

Ansøger:  
APV Heat Exchanger A/S  
Platinvej 8  
DK-6000 Kolding

Herved bekræftes følgende oplysninger:

Vedhæftede fotokopier er sande kopier af følgende dokumenter:

- Beskrivelse, krav og sammendrag indleveret på ovennævnte indleveringsdag.



Patent- og  
Varemærkestyrelsen  
Erhvervsministeriet

Taastrup 16 marts 2000

Karin Schlichting  
Kontorfuldmægtig

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# Hofman-Bang



Modtaget PD

HOFMAN-BANG & BOUTARD, LEHMANN & REE A/S  
EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

22 MRS. 1999

APV Heat Exchanger A/S  
Platinvej 8  
DK-6000 Kolding

✓ HANS BEKKEVOLDS ALLE 7  
DK-2900 HELLERUP, COPENHAGEN  
TEL: +45 39 48 80 00  
FAX: +45 39 48 80 80  
EMAIL: HBBLR@HOFMAN-BANG.DK  
WWW.HOFMAN-BANG.COM

Deres ref.:

Vor ref.:

Dato:

P199900239 DK  
HKP

19. marts 1999

AARHUS OFFICE:  
RYESGADE 3

P.O. BOX 5020  
DK-8100 AARHUS C

Fremgangsmåde til tæthedskontrol og lokalisering af utæthed i de indvendige overflader af  
varmevekslere

Den foreliggende opfindelse angår i et første aspekt ifølge indledningen til krav 1 en fremgangsmåde ved in situ tæthedskontrol i de indvendige overflader, der adskiller produkt- og servicesiden af varmevekslere.

5

Opfindelsen angå tillige i at andet aspekt ifølge indledningen til krav 2 en fremgangsmåde til lokalisering af utæthed i de indvendige overflader, der adskiller produkt- og servicesiden af varmevekslere.

10

De to aspekter af opfindelsen kan anvendes hver for sig, det første aspekt til tæthedskontrol og det andet aspekt til lokalisering af utæthed, som er konstaterede. Imidlertid anvendes de sædvanligvis i forbindelse med hinanden, således at der indledningsvist sker en bestemmelse af, om en varmeveksler har utæthed, og derefter, hvis utæthed er konstateret, sker bestemmelsen af utæthedenes placering. Derfor omfatter opfindelsen i et tredje aspekt en fremgangsmåde ved in situ tæthedskontrol og lokalisering af utæthed i de indvendige overflader, der adskiller produkt- og servicesiden af varmevekslere, som anført i indledningen til krav 9.

Ved anvendelse af varmevekslere til opvarmning og/eller afkøling af flydende stoffer - herunder bl.a. levnedsmidler - er det af største betydning for optimal funktion af varmeveksleren, at væskerne på produkt- og servicesiden er helt adskilte fra hinanden. Det er ligeledes af største betydning, at der ikke overføres urenheder fra produkt- til servicesiden og vice versa, hvorved der kan foregå krydskontaminering af de flydende stoffer, der termisk behandles via varmeveksleren.

Kontakt mellem væskerne på produkt- og servicesiden forårsages overvejende af utæthed - huller, revner og lignende i overfladerne mellem produkt- og servicesiden af

varmeveksleren. Disse utæthed er kan fremkomme under selve fremstillingen af varmeveksleren, under montering/samling af varmeveksleren og under driften af varmeveksleren som følge af materialespændinger og korrosion.

5

I den hidtidige praksis ved undersøgelse af utæthed i overfladerne mellem produkt- og servicesiden af varmeveksler er tæthedskontrolen foregået ved trykfaldsmåling, ledningsevnemåling og ultralydsdetektion på den samlede, driftsklare varmeveksler. Ved detektering af utæthed foretages efterfølgende en penetrationstest af den adskilte varmevekslers indvendige overflader for nøjagtig lokalisering af utæthed. Denne praksis er blandt andet beskrevet af firmaet Bactoforce i Qualitätsmanagement-Handbuch, afsnit "Prüfung von Plattenwärmestauschern".

Tæthedskontrol ved trykfaldsmåling udføres ved påføring af tryk på den ene side af varmevekslerens overflade, hvorefter måling af trykfald vil indikere en utæthed i overfladerne mellem produkt- og servicesiden.

Denne teknologi lider af den generelle svaghed, at den forudsætter, at varmeveksleren er tæt udvendigt, ligesom et måleligt trykfald inden for en rimelig måleperiode kræver en betydelig utæthed mellem produkt- og servicesiden.

Ledningsevnemåling til tæthedskontrol bygger på det princip, at tilføres den ene side af en vandfyldt varmeveksler en elektrolyt, vil en overførsel af denne elektrolyt via utæthed i overfladerne medføre en stigning i ledningsevnen i væsken på varmevekslerens anden side. Utæthsbestemmelse af denne art udføres normalt med driftstryk på elektrolytsiden og en cirkulerende vandmængde hen over en ledningsevnemåler på den anden side.

En væsentlig ulempe ved denne metode til tæthedbestemmelse er, at den forudsætter en betydelig elektrolytoversel forinden en significant måling af ledningsevne kan opnås. Som eksempel kan nævnes, at der kræves en overført mængde af en 3.25 w/V% NaCl-opløsning på 90 ml per 100 liter cirkulerende vand, hvori ledningsevnen måles for at opnå en ændring i ledningsevne af størrelsesordenen  $10 \mu\text{S}$ , som er den værdi Bactoforce anvender som nedre grænse for utæthedbestemmelse.

Ultralydsmetoden, som er udviklet til detektering af lækager i pladevarmevekslere, og som er beskrevet i Europæisk patent nr. U1997000536DK, består i, at luft under tryk på den ene side af pladestakken, der overføres via utæthedene i overfladen til den anden og vandfyldte side af pladestakken, medfører en lyddannelse, der ude fra kan måles med en ultralydstranducer.

Denne teknologi lider af det generelle problem, at utæthedene i varmeveksleren ikke kan lokaliseres til et bestemt varmevekslerelement, men alene til et større eller mindre segment af varmevekslerelementer, samt at lydbilledet fra et hul, hvorfra der genereres meget lyd, kan overlejre og maskere lydbilledet fra et andet hul, som er mindre lydgivende, hvorved sidstnævnte ikke detekteres, samt at utætheden skal være så stor, at der genereres en målbar lyd ved luftens passage via utætheden. Endelig kan denne teknologi ikke anvendes på alle typer af varmevekslere, men kun på pladevarmevekslere.

Det indebærer, at lokalisering af utætheders forekomst, placering og størrelse på det enkelte varmevekslerelement kræver efterfølgende penetrationstest af alle elementerne i det segment af elementer, hvor et lydbillede er målt

hvorved den endelige detektion af utætheder er underlagt de kriterier, fejl og mangler denne metode indebærer.

5 Penetrationstest af den adskilte varmevekslers indvendige overflader mellem produkt- og servicesiden foregår typisk ved, at produkt- eller servicesiden af overfladerne påføres et flydende stof, der kan penetrere gennem utætheder i overfladen, hvorved utæthederne synliggøres ved det penetrerende stofs forekomst på overfladens anden side.

10

Denne teknologi, som bl.a. kendes fra US patent nr. 4 745 797, der angiver en metode, hvor en mineraloliebaseret farveopløsning påføres overfladen af det objekt, der ønskes undersøgt. Farveopløsningen, der penetrerer gennem utætheder i overfladen giver efterfølgende en farvereaktion på den anden side af overfladen, hvilket afdorer utætheden.

20 20 En indirekte farvemetode til lokalisering af revner i en overflade er bl.a. beskrevet i DE patent nr. 1 773 270, hvor det penetrerende stof ikke er umiddelbar synligt, men synliggøres ved bestråling med UV-lys.

25 25 Det er en generel egenskab ved alle penetrationsmetoder som beskrevet ved ovennævnte referencer, at de anvendt på de indvendige overflader mellem produkt- og servicesiden i varmevekslere, forudsætter adskillelse af varmeveksleren og direkte påføring af den penetrerende substans på enten produkt- eller servicesiden af hver enkelt varmevekslerelement. Yderligere er i dag de eneste kendte stoffer, der besidder de tilstrækkelige penetrerende egenskaber mineraloliebaserede, hvilket giver alvorlige problemer, særligt i fødevareindustrien.

35 35 Denne teknologi til undersøgelse af utætheder i de indvendige overflader mellem produkt- og servicesiden i var-

mevekslere er meget tidskrævende og omkostningstung og teknologien er ikke anvendelig til *in situ* tæthedskontrol og samtidig lokalisering af utæthed, dels fordi metoden kræver forudgående adskillelse af varmeveksleren, og dels 5 fordi varmevekslere generelt af miljø- og sikkerhedshensyn ikke kan fyldes med en mineraloliebaseret penetrant *in situ*. Endvidere er den ikke tilstrækkelig med hensyn til at detektere alle de utæthed, der måtte være i overfladerne under driftsforhold, dels fordi penetratoren 10 foretages med samme tryk på hele varmeveksleroverfladen, og dels fordi der er samme tryk på produkt- og servicesiden. Under driftsforhold er varmeveksleroverfladerne udsat for høje og meget forskellige tryk samt trykforskelle mellem produkt- og servicesiden.

15 Den i dag kendte og anvendte teknologi til tæthedskontrol og lokalisering af utæthed i de indvendige overflader mellem produkt- og servicesiden i varmevekslere, med henblik på kontrol og udskiftning af utætte elementer er - 20 uafhængigt af den valgte teknik eller kombination af kendte teknikker - ikke anvendelig til *in situ* tæthedskontrol og samtidig lokalisering af utæthed. Desuden er teknologierne forbundet med meget væsentlige ulemper og omkostninger, der indebærer, at de ikke er velegnede i 25 øvrigt.

De væsentligste ulemper er, at teknologien er mangelfuld eller ikke egnet med hensyn til at opnå en sikker og under driftsforhold fuldstændig tæthedskontrol og lokalisering af alle utæthed, at lokalisering af utæthed ikke 30 kan foretages *in situ* og kun kan foregå på den adskilte varmeveksler, samt at teknologien er meget omkostningstung og tidskrævende.

35 Der er således et stort behov for nye teknologier, hvormed man *in situ* og under nøjagtige efterligninger af

driftsforhold, hurtigt, ensartet og på fuldstændig reproducbar måde kan sikre, at varmevekslere fungerer optimalt ved, at de indvendige overflader mellem produkt- og servicesiden i varmeveksleren er helt tætte uden risiko

5 for overførsel og krydskontaminering af de flydende stoffer - herunder levnedsmidler - der termisk behandles i varmeveksleren.

Med fremgangsmåden ifølge opfindelsens første aspekt til  
10 vejebringes en overraskende enkel, hurtig, billig og pålidelig teknologi, hvormed dette resultat kan opnås.

Fremgangsmåden ifølge indledningen til krav 1 er således særegen ved, at der i et første trin foretages tæthedskontrol, ved at primær- eller sekundærsiden tilføres en farvestofholdig væske, medens den anden side tilføres en klar væske der recirkuleres, hvorved tilstedeværelsen af utæthedener i varmeveksleren konstateres ved at detektere tilstedeværelsen af farvestoffet i den klare væske. Her  
20 ved fås en sikker indikation af, om varmeveksleren er utæt, og da det er uden problemer at finde et miljøvenligt og stærkt farvende farvestof, der kan måles i meget små koncentrationer i den klare væske, er fremgangsmåden både sikker og billig. Det er desuden ganske simpelt at  
25 efterligne driftsbetingelserne under tæthedskontrollen, således at det sikres, at kontrollen giver påvisningen af de utæthedener, som også optræder under driften, og hverken mere eller mindre.

30 I det andet aspekt af opfindelsen ifølge indledningen til krav 2, opnås fordelene ved, at der til varmevekslerens ene side tilføres en farvestofholdig væske, og at denne side tryksættes i et tidsrum, medens den anden side holdes luftfyldt, hvorefter varmeveksleren drænes og adskilles og utæthedernes placering bestemmes ved visuel inspektion af pladerne. Det er her muligt at finde et far-

vestof, der dels lader sig op løse, og dels efterfølgende giver meget tydelige markeringer på den anden side, hvor der er utætheder. Samtidig er det meget simpel ved denne metode at efterligne driftsbetingelserne, således at de 5 fastlagte utætheder er de samme, som vil optræde under drift.

Derved bliver det muligt visuelt at detektere alle utætheder i hele varmevekslerens indvendige overflade og på 10 hver enkelt af de indvendige overfladeelementer, der adskiller produkt- og servicesiden i varmeveksleren.

Som anført i krav 3-5 foretages tæthedskontrolen og lokaliseringen af utætheder under betingelser, der ligger 15 tæt på eller er identiske med varmevekslerens driftsbetingelse. Dette medfører væsentlige fordele, da de herved detekterede lækager, vil være præcist de samme, som er til stede under ordinær drift af varmeveksleren.

20 Det farvestof, som anvendes ved fremgangsmåden ifølge krav 1 eller 2 kan være et hvilket som helst flydende eller oploseligt farvestof eller blandinger af sådanne stoffer, som i en vandig og stærkt fortyndet brugsoplosning direkte - eller som anført i krav 7 med UV-lys - 25 medfører en synliggørelse.

I en udførselsform ifølge krav 8 anvendes en vandig oplosning af det fluorescerende farvestof uranin (natriumsaltet af fluorescein), der udmærker sig ved, at det har 30 en meget intens farve og kraftig fluorescensder gør det let at visualisere med UV-lys i meget små mængder (en fortynding af uranin på 1:200 mill. i rent vand kan ses af det menneskelige øje), samt at det er godkendt til anvendelse som sporingsstof ved blandt andet livredning 35 på havet, sporing af underjordiske vandstrømme og undersøgelse af svag blodcirculation hos mennesker. Der vil

således ikke være problemer med at få tilladelse til anvendelse af dette stof i levnedsmiddelindustrien, og det er ikke miljøskadeligt.

5 Som tidligere anført vil det være forbundet med væsentlige fordele at anvende fremgangsmåderne ved henholdsvis tæthedskontrol og lokalisering af utætheder ifølge krav 1 og 2 i sammenhæng, og disse fordele fås ved, som anført i krav 9, at der i et første trin foretages tæthedskontrol, 10 ved at produkt- eller servicesiden tilføres en farvestofholdig oplysning, medens den anden side tilføres en klar væske der recirkuleres, hvorved tilstedeværelsen af utætheder i varmeveksleren konstateres ved detektering af farvestoffet i den klare væske, og at der i et andet trin 15 ved tilstedeværelsen af utætheder sættes tryk på den side med den farvestofholdige oplosning i et tidsrum, medens den anden side holdes luftfyldt, hvorefter varmeveksleren drænes og adskilles og utæthedernes placering bestemmes ved visuel inspektion af pladerne.

20 Dermed bestemmes utætheder nøjagtigt og lokaliseres med én enkelt testvæske som en direkte konsekvens af det via utæthederne i overfladerne mellem produkt- og servicesiden overførte farvestof, og den derved proportionelle 25 mængde overført farve på overfladen.

Det er muligt med fremgangsmåden at foretage tæhedskontrollen og lokaliseringen af utætheder ved betingelser, der svarer til varmevekslerens driftsbetingelser.

30 Herved bliver fremgangsmåden ifølge krav 9 lige velegnet til kontrol af utætheder i alle typer af varmevekslere under driftstro forhold uafhængigt af den enkelte varmevekslers specifikke opbygning, anvendelsesområde og 35 driftsspecifikationer (tryk, temperatur, viskositet af væsker etc.).

I det følgende gennemgås et eksempel på, hvorledes fremgangsmåden anvendes på en pladevarmeveksler:

5 1. Varmevekslerens sekundærside fyldes med en vandig farveopløsning, og siden påføres et tryk på f.eks. 6 bar.

2. Varmevekslerens primærside recirkuleres med rent vand via pumpe og balancetank.

10 3. Efter f.eks. 15 minutter udtages vandprøve fra balancetank, der visuelt og eventuelt under UV-lys farvesammenlignes med en prøve af rent vand.

15 4. Er vandprøven fra balancetanken ufarvet og lig den rene vandprøve er varmeveksleren tæt, og proceduren standses. Er vandprøven fra balancetanken farvet sammenlignet med den rene vandprøve, er varmeveksleren utæt, og proceduren fortsættes.

20 5. Varmevekslerens primærside drænes, og henstår yderligere f.eks. 15 minutter med tryk.

25 6. Varmeveksleren åbnes, og primærsidens pladeoverflader inspiceres visuelt og evt. med UV-lys for farveafsætning på overfladerne.

7. Pladeoverflader med farveafsætning er utætte og udskiftes, hvorefter varmeveksleren samles og er driftklar.

30 35 Som det fremgå sker tæthedskontrol og lokalisering af utætheder under anvendelse af samme farvestofopløsning, og det vil være muligt at regulere de betingelser, der anvendes ved både tæhedskontrollen og ved lokaliseringen af utætheder, således at de svarer i alt væsentlig til varmevekslerens driftsbetingelser.

Modtaget PC  
22 MRS. 1999

P a t e n t k r a v :

---

1. Fremgangsmåde til tæthedskontrol i de indvendige over-  
5 flader, der adskiller primær og sekundærsiden af en pladevarmeveksler, kendtegnet ved, at der i et  
første trin foretages tæthedskontrol, ved at primær- eller sekundærsiden tilføres en farvestofholdig væske, medens den anden side tilføres en klar væske, der recirkuleres, hvorved tilstedeværelsen af utæthedener i varmeveksleren konstateres ved at detektere tilstedeværelsen af farvestoffet i den klare væske.
2. Fremgangsmåde ved lokalisering af utæthedener mellem  
15 produkt- og servicesiden i en varmeveksler under anvendelse af et farvestof der passerer gennem utæthederne, og efterfølgende detekteres visuelt, kendtegnet ved, at der til varmevekslerens ene side tilføres en farvestofholdig væske, og at denne side tryksættes i et  
20 tidsrum, medens den anden side holdes luftfyldt, hvorefter varmeveksleren drænes og adskilles og utæthederne placering bestemmes ved visuel inspektion af pladerne.
3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, kendtegnet ved, at differenstrykket mellem produkt- og servicesiden ligger tæt på eller er identiske med differenstrykkene under varmevekslerens drift.
4. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, kendtegnet ved, at den farvestofholdige væske har samme viskositet, som den væske der gennemstrømmer den tilsvarende side af varmeveksleren under drift.
5. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, kendtegnet ved, at gennemstrømningen af den farvestofhol-

dige væske svarer til gennemstrømningen af den tilsvarende side af varmeveksleren under drift.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, kendetegnet ved, at farvestoffet er et fluorescerende stof.

---

7. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, kendetegnet ved, at detekteringen af farvestoffet sker under anvendelse af UV-lys.

10

8. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, kendetegnet ved, at farvestoffet er et salt af fluorescein, fortrinsvis natriumsaltet uranin heraf.

15

9. Fremgangsmåde ved *in situ* tæthedskontrol og lokalisering af utætheder i de indvendige overflader, der adskiller produkt- og servicesiden i en varmeveksler, kendetegnet ved, at der i et første trin foretages tæthedskontrol, ved at produkt- eller servicesiden tilføres en farvestofholdig opløsning, medens den anden side

20

tilføres en klar væske der recirkuleres, hvorved tilstedeværelsen af utætheder i varmeveksleren konstateres ved detektering af farvestoffet i den klare væske, og at der i et andet trin ved tilstedeværelsen af utætheder sættes

25

tryk på den side med den farvestofholdige opløsning i et tidsrum, medens den anden side holdes luftfyldt, hvorefter varmeveksleren drænes og adskilles og utæthedernes placering bestemmes ved visuel inspektion af pladerne.

Modtaget PD  
22 MRS. 1999

### SAMMENDRAG

Opfindelsen vedrører en fremgangsmåde til tæthedskontrol og lokalisering af utætheder i de indvendige overflader, der adskiller primær og sekundærsiden af en pladevarmeveksler, hvor der i et første trin foretages tæthedskontrol, ved at primær- eller sekundærsiden tilføres en oplosning indeholdende et fluorescerende farvestof, medens den anden side tilføres en klar væske, der recirkuleres, hvorved tilstedeværelsen af utætheder i varmeveksleren konstateres ved detektering tilstedeværelsen af det fluorescerende farvestof i den klare væske, og at der i et andet trin ved tilstedeværelsen af utætheder sættes tryk på den side med oplosningen af det fluorescerende stof i et tidsrum medens den anden side holdes luftfyldt, hvorefter varmeveksleren drænes og adskilles og utæthedernes placering bestemmes ved visuel inspektion af pladerne.